

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-216979

(43)Date of publication of application : 04.08.2000

(51)Int.Cl.

H04N 1/387
G06T 9/20

(21)Application number : 11-014680

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 22.01.1999

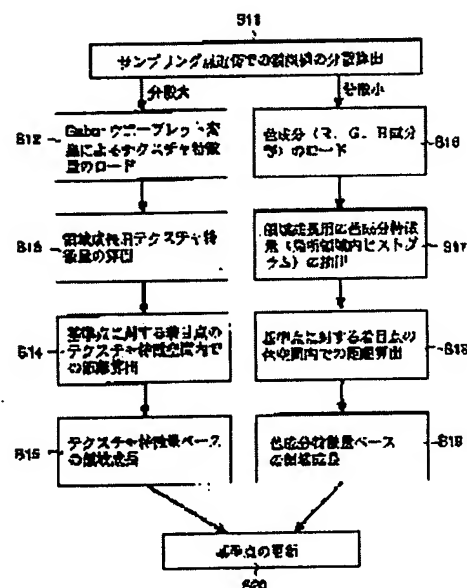
(72)Inventor : MATSUGI MASAKAZU
KONDO TOSHIAKI
TAKAHASHI FUMIAKI

(54) IMAGE EXTRACTION METHOD AND DEVICE AND STORAGE MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To highly accurately and quickly extract a subject with various images.

SOLUTION: When the dispersion value of concentration values is a threshold or higher in the neighborhood of a reference point, it is judged that an image pattern has texture priority characteristics, and when the dispersion value is less than the threshold, it is decided that changes in the concentration values is smooth (S11). When the dispersion value is the threshold or higher (S11), a texture featured value is loaded (S12), and a featured value suitable for area growth (for example, texture energy) is calculated (S13), and a distance DT related to the texture featured value is calculated (S14). When the dispersion value is less than the threshold (S11), a color component featured value is loaded (S16), and a feature value suitable for area growth (for example, a featured vector calculated from local histogram related to the color components or the list of central color components or the like) is extracted (S17), and a distance DC related to the color components is calculated (S18). The area growth based on the corresponding featured value is operated (S15, S19), and an update position based on the new boundary line of a core area obtained by unifying the area growth results from each reference point is decided (S20).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-216979

(P 2 0 0 0 - 2 1 6 9 7 9 A)

(43) 公開日 平成12年8月4日(2000.8.4)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
H04N 1/387		H04N 1/387	5C076
G06T 9/20		G06F 15/70	335 Z 5L096

審査請求 未請求 請求項の数41 O L (全17頁)

(21) 出願番号 特願平11-14680

(22) 出願日 平成11年1月22日(1999.1.22)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 真継 優和

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72) 発明者 近藤 俊明

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(74) 代理人 100090284

弁理士 田中 常雄

最終頁に続く

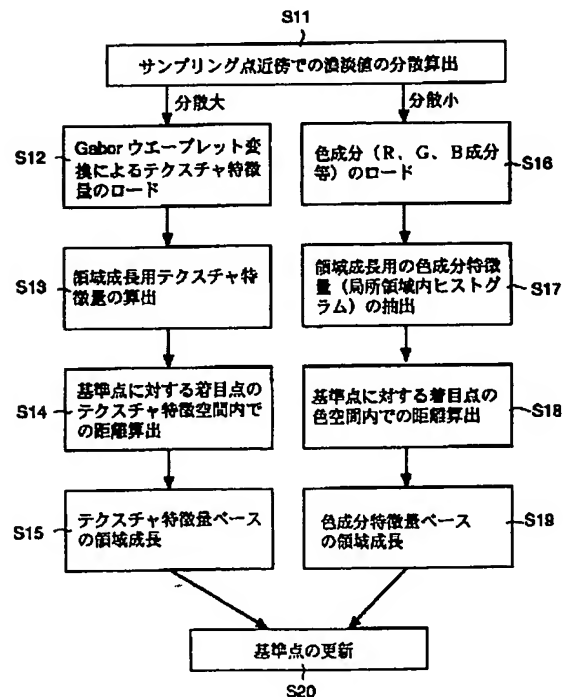
(54) 【発明の名称】 画像抽出方法及び装置並びに記憶媒体

(57) 【要約】

【課題】 様々な画像で被写体を精度良く高速に抽出する。

【解決手段】 基準点近傍で濃淡値の分散値が閾値以上なら画像パターンがテクスチャ優位な特徴を有するものとし、閾値未満なら濃淡値の変化が緩やかであると判定する(S11)。分散値が閾値以上の場合(S11)、テクスチャ特徴量をロードし(S12)、領域成長に適した特徴量(例えば、テクスチャエネルギー)を算出し

(S13)、テクスチャ特徴量に関する距離 D_T を求める(S14)。分散値が閾値未満の場合(S11)、色成分特徴量をロードし(S16)、領域成長に適した特徴量(例えば、色成分に関する局所ヒストグラムから求める特徴ベクトル又は代表色成分のリストなど)を抽出し(S17)、色成分に関する距離 D_C を求める(S18)。対応する特徴量に基づき領域を成長し(S15, S19)、各基準点からの領域成長結果を統合して得られる核領域の新たな境界線に基づく更新位置の決定する(S20)。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像中に、所定の点、線分及び領域の少なくとも1つによって指定される核を設定し、当該核を構成する少なくとも一つの基準点からなる局所領域において、テクスチャ特徴量を含む評価関数を算出し、当該評価関数の値に基づき当該核の形状を更新することにより当該画像中の所定領域の境界線を定めることを特徴とする画像抽出方法。

【請求項2】 当該評価関数は、色成分の特徴量とテクスチャ特徴量を因子とする請求項1に記載の画像抽出方法。

【請求項3】 当該評価関数は、所定の方法で与えられた着目点と当該核を構成する基準点について、色成分の特徴量に基づく特徴空間内の2点間の第1の距離と、テクスチャ特徴量に基づく特徴空間内の当該2点間の第2の距離とを重み付け加算するものであり、当該評価関数の関数値に基づき当該基準点の近傍領域画像と当該着目点の近傍領域画像との類似度を求め、当該類似度が所定閾値より大きい場合に当該着目点又はその近傍領域を当該基準点を含む所定の抽出領域に併合し、当該類似度が当該閾値以下でかつ当該着目点が当該抽出領域に含まれる場合に、当該抽出領域から削除することにより、当該核の形状を更新することを特徴とする請求項2に記載の画像抽出方法。

【請求項4】 当該評価関数は、所定の方法で与えられた着目点と当該核を構成する基準点について、色成分の特徴量に基づく特徴空間内の2点間の第1の距離と、テクスチャ特徴量に基づく特徴空間内の当該2点間の第2の距離とのいずれか一方を所定の基準に基づき選択するものであり、当該評価関数の関数値に基づき当該基準点の近傍領域画像と当該着目点の近傍領域画像との類似度を求め、当該類似度が所定閾値より大きい場合に当該着目点又はその近傍領域を当該基準点を含む所定の抽出領域に併合し、当該類似度が当該閾値以下でかつ当該着目点が当該抽出領域に含まれる場合に、当該抽出領域から削除することにより、当該核の形状を更新することを特徴とする請求項2に記載の画像抽出方法。

【請求項5】 当該評価関数は、当該基準点近傍における当該テクスチャ特徴量に関する所定の共起確率値の関数として表わされ、当該評価関数の関数値が最大となる方向に当該各基準点を所定量移動することにより当該核の形状を更新することを特徴とする請求項1に記載の画像抽出方法。

【請求項6】 当該核の境界線上の点のエッジ割合の値が所定の基準値以上に達すると、当該抽出領域の更新処理を自動停止する請求項1に記載の画像抽出方法。

【請求項7】 当該核の境界線上の点のエッジ割合の変化率の絶対値が所定の基準値以下に達すると、当該抽出

領域の更新処理を自動停止する請求項1に記載の画像抽出方法。

【請求項8】 当該閾値は所定の指示選択手段からの信号に基づき更新される請求項3に記載の画像抽出方法。

【請求項9】 当該評価関数は、テクスチャ特徴量の境界で最小値を与える項を含む所定のエネルギー関数であり、当該評価関数の関数値が最小となるように当該各基準点の位置を移動することにより当該核の形状を更新する請求項1に記載の画像抽出方法。

【請求項10】 当該第1の距離は、複数の成分に分解された各色成分についての当該基準点での値と当該着目点での値の差分値及び当該差分の絶対値のいずれか一方に関する重み付きべき乗和で表わされ、当該第2の距離は、複数の成分に分解された各テクスチャ特徴成分についての当該基準点での値と当該着目点での値の差分値及び当該差分の絶対値のいずれか一方に関する重み付きべき乗和で表わされる請求項3に記載の画像抽出方法。

【請求項11】 当該第1の距離は、複数の成分に分解された各色成分についての当該基準点での値と当該着目点での値の差分値及び当該差分の絶対値の何れか一方に関する重み付きべき乗和で表わされ、当該第2の距離は、複数の成分に分解された各テクスチャ特徴成分に関する所定の重み付きべき乗和で表わされるエネルギー値についての当該基準点での値と当該着目点での値の差分値及び当該差分の絶対値の何れか一方に関する所定の関数値で表わされる請求項3に記載の画像抽出方法。

【請求項12】 当該第1の距離と当該第2の距離を重み付け加算する際の重み係数は、当該基準点近傍での濃淡値に関する分散の値に基づいて決定される請求項3に記載の画像抽出方法。

【請求項13】 画像中に所定の点、線分及び領域の少なくとも1つによって指定される核を設定する核設定ステップと、

当該核上に設定された代表点を基準点とする基準点設定ステップと、

所定の方法で与えられた着目点と当該基準点について色成分の特徴量に基づく特徴空間内の2点間の第1の距離と、テクスチャ特徴量に基づく特徴空間内の当該2点間の第2の距離とを重み付け加算して得られる特徴量距離に基づき当該基準点の近傍領域画像と当該着目点の近傍領域画像との類似度を求める類似度算出ステップと、当該類似度が所定の閾値より大きい場合に、当該着目点又はその近傍領域を基準点を含む所定の抽出領域に併合し、当該閾値以下でかつ当該着目点が当該抽出領域に含まれる場合に当該抽出領域から削除することにより、当該抽出領域の境界線を更新する抽出領域更新ステップと、更新後の当該抽出領域の境界線を表示する境界線表示ステップとからなることを特徴とする画像抽出方法。

【請求項14】 当該類似度算出ステップは、当該第1

の距離と当該第 2 の距離の一方を選択して当該特徴量距離とする請求項 1 3 に記載の画像抽出方法。

【請求項 1 5】 当該抽出領域更新ステップは、当該閾値を当該境界線の更新ごとに所定の方法で増加又は減少する閾値更新ステップを含むことを特徴とする請求項 1 3 に記載の画像抽出方法。

【請求項 1 6】 当該閾値更新ステップは、当該抽出領域上の所定の境界線上の点がエッジ点である割合を求めるエッジ割合算出ステップと、当該エッジの割合の値及びその変化率の一方に基づいて当該閾値を更新する更新ステップとを有する請求項 1 5 に記載の画像抽出方法。

【請求項 1 7】 当該閾値は、所定の指示選択手段からの信号に基づき更新されることを特徴とする請求項 1 3 に記載の画像抽出方法。

【請求項 1 8】 当該第 1 の距離は、複数の成分に分解された各色成分についての当該基準点での値と当該着目点での値の差分値及び当該差分の絶対値のいずれか一方に関する重み付きべき乗和で表わされ、当該第 2 の距離は、複数の成分に分解された各テクスチャ特徴成分についての当該基準点での値と当該着目点での値の差分値及び当該差分の絶対値のいずれか一方に関する重み付きべき乗和で表わされる請求項 1 3 に記載の画像抽出方法。

【請求項 1 9】 当該第 1 の距離は、複数の成分に分解された各色成分についての当該基準点での値と当該着目点での値の差分値及び当該差分の絶対値の何れか一方に関する重み付きべき乗和で表わされ、当該第 2 の距離は、複数の成分に分解された各テクスチャ特徴成分に関する所定の重み付きべき乗和で表わされるエネルギー値についての当該基準点での値と当該着目点での値の差分値及び当該差分の絶対値の何れか一方に関する所定の関数値で表わされる請求項 1 3 に記載の画像抽出方法。

【請求項 2 0】 当該第 1 の距離と当該第 2 の距離を重み付け加算する際の重み係数は、当該基準点近傍での濃淡値に関する分散の値に基づいて決定される請求項 1 3 に記載の画像抽出方法。

【請求項 2 1】 抽出すべき対象物の内部又は外部のいずれかに存在する初期輪郭を設定する初期輪郭設定ステップと、当該初期輪郭上に設定された所定の複数の代表点を基準点とする基準点設定ステップと、

所定の方法で与えられた着目点と当該基準点について色成分の特徴量に基づく特徴空間内の 2 点間の第 1 の距離とテクスチャ特徴量に基づく特徴空間内の当該 2 点間の第 2 の距離とを重み付け加算して得られる特徴量距離に基づき当該基準点の近傍領域画像と当該着目点の近傍領域画像との類似度を求める類似度算出ステップと、

当該類似度が所定の閾値より大きい場合に当該着目点又はその近傍領域を当該基準点を含む所定の抽出領域に併合し、当該閾値以下でかつ当該着目点が当該抽出領域に含まれる場合に当該抽出領域から削除することにより

当該抽出領域の境界線を所定回数更新する抽出領域更新ステップと、

当該初期輪郭の全体が当該対象物の外部にあるときは、更新された当該抽出領域の内側境界線上のエッジ割合に基づき当該閾値を決定し、当該初期輪郭の全体が当該対象物の内部にあるときは、更新された当該抽出領域の外側境界線上のエッジ割合に基づき当該閾値を決定する閾値設定ステップとからなることを特徴とする画像抽出方法。

10 【請求項 2 2】 当該類似度算出ステップは、当該第 1 の距離と当該第 2 の距離の一方を選択して当該特徴量距離とする請求項 2 1 に記載の画像抽出方法。

【請求項 2 3】 当該第 1 の距離は、複数の成分に分解された各色成分についての当該基準点での値と当該着目点での値の差分値及び当該差分の絶対値のいずれか一方に関する重み付きべき乗和で表わされ、当該第 2 の距離は、複数の成分に分解された各テクスチャ特徴成分についての当該基準点での値と当該着目点での値の差分値及び当該差分の絶対値のいずれか一方に関する重み付きべき乗和で表わされる請求項 2 1 に記載の画像抽出方法。

【請求項 2 4】 当該第 1 の距離は、複数の成分に分解された各色成分についての当該基準点での値と当該着目点での値の差分値及び当該差分の絶対値の何れか一方に関する重み付きべき乗和で表わされ、当該第 2 の距離は、複数の成分に分解された各テクスチャ特徴成分に関する所定の重み付きべき乗和で表わされるエネルギー値についての当該基準点での値と当該着目点での値の差分値及び当該差分の絶対値の何れか一方に関する所定の関数値で表わされる請求項 2 1 に記載の画像抽出方法。

30 【請求項 2 5】 当該第 1 の距離と当該第 2 の距離を重み付け加算する際の重み係数は、当該基準点近傍での濃淡値に関する分散の値に基づいて決定される請求項 2 1 に記載の画像抽出方法。

【請求項 2 6】 画像中に所定の点、線分及び領域の少なくとも 1 つによって指定される核を設定する設定手段と、

当該核を構成する少なくとも 1 つの基準点からなる局所領域において色成分の特徴量とテクスチャ特徴量の少なくとも一方を含む所定の評価関数の関数値を求める評価関数算出手段と、

当該評価関数の関数値に基づき当該核の形状を更新することにより画像中の所定領域の境界線を定める境界線更新手段とを具備することを特徴とする画像抽出装置。

【請求項 2 7】 当該評価関数は、所定の方法で与えられた着目点と当該核を構成する基準点について色成分の特徴量に基づく特徴空間内の 2 点間の第 1 の距離とテクスチャ特徴量に基づく特徴空間内の当該 2 点間の第 2 の距離とを所定の方法で重み付け加算し、又はいずれかを所定の基準に基づき選択して得られるものであり、当該境界線更新手段は、当該評価関数の関数値に基づき

当該基準点の近傍領域画像と当該着目点の近傍領域画像との類似度を求め、当該類似度が所定の閾値より大きい場合には当該着目点又はその近傍領域を当該基準点を含む所定の抽出領域に併合し、当該類似度が当該閾値以下でかつ当該着目点が当該抽出領域に含まれる場合に当該抽出領域から削除することにより当該核の形状を更新する請求項26に記載の画像抽出装置。

【請求項28】 当該第1の距離は、複数の成分に分解された各色成分についての当該基準点での値と当該着目点での値の差分値及び当該差分の絶対値のいずれか一方に関する重み付きべき乗和で表わされ、当該第2の距離は、複数の成分に分解された各テクスチャ特徴成分についての当該基準点での値と当該着目点での値の差分値及び当該差分の絶対値のいずれか一方に関する重み付きべき乗和で表わされる請求項26に記載の画像抽出装置。

【請求項29】 当該第1の距離は、複数の成分に分解された各色成分についての当該基準点での値と当該着目点での値の差分値及び当該差分の絶対値のいずれか一方に関する重み付きべき乗和で表わされ、当該第2の距離は、複数の成分に分解された各テクスチャ特徴成分に関する所定の重み付きべき乗和で表わされるエネルギー値についての当該基準点での値と当該着目点での値の差分値及び当該差分の絶対値のいずれか一方に関する所定の関数値で表わされる請求項26に記載の画像抽出装置。

【請求項30】 当該第1の距離と当該第2の距離を重み付け加算する際の重み係数は、当該基準点近傍での濃淡値に関する分散の値に基づいて決定される請求項26に記載の画像抽出装置。

【請求項31】 画像中に所定の抽出核を設定する設定手段と、
当該画像中に所定の方法で与えられた着目点と当該抽出核を構成する基準点について色成分の特徴量に基づく特徴空間内の2点間の第1の距離とテクスチャ特徴量に基づく特徴空間内の当該2点間の第2の距離とを所定の方法で重み付け加算して得られる所定の特徴量距離に基づき当該基準点の近傍領域画像と当該着目点の近傍領域画像との類似度を求める類似度算出手段と、
当該類似度が所定の閾値より大きい場合に当該着目点又はその近傍領域を所定の抽出領域に併合する併合手段とを備えることを特徴とする画像抽出装置。

【請求項32】 当該類似度算出手段は、当該第1の距離と当該第2の距離の一方を選択して当該特徴量距離とする請求項31に記載の画像抽出装置。

【請求項33】 当該第1の距離は、複数の成分に分解された各色成分についての当該基準点での値と当該着目点での値の差分値及び当該差分の絶対値のいずれか一方に関する重み付きべき乗和で表わされ、当該第2の距離は、複数の成分に分解された各テクスチャ特徴成分についての当該基準点での値と当該着目点での値の差分値及び当該差分の絶対値のいずれか一方に関する重み付きべき

乗和で表わされる請求項31に記載の画像抽出装置。

【請求項34】 当該第1の距離は、複数の成分に分解された各色成分についての当該基準点での値と当該着目点での値の差分値及び当該差分の絶対値のいずれか一方に関する重み付きべき乗和で表わされ、当該第2の距離は、複数の成分に分解された各テクスチャ特徴成分に関する所定の重み付きべき乗和で表わされるエネルギー値についての当該基準点での値と当該着目点での値の差分値及び当該差分の絶対値のいずれか一方に関する所定の関数値で表わされる請求項31に記載の画像抽出装置。

【請求項35】 当該第1の距離と当該第2の距離を重み付け加算する際の重み係数は、当該基準点近傍での濃淡値に関する分散の値に基づいて決定される請求項31に記載の画像抽出装置。

【請求項36】 画像中に所定の点、線分及び領域の少なくとも1つによって指定される核を設定する核設定手段と、

当該核上に設定された所定の代表点を基準点とする基準点設定手段と、

所定の方法で与えられた着目点と当該基準点について色成分の特徴量に基づく特徴空間内の2点間の第1の距離とテクスチャ特徴量に基づく特徴空間内の当該2点間の第2の距離とを所定の方法で重み付け加算して得られる特徴量距離に基づき当該基準点の近傍領域画像と当該着目点の近傍領域画像との類似度を求める類似度算出手段と、

当該類似度が所定の閾値より大きい場合に当該着目点又はその近傍領域を当該基準点を含む所定の抽出領域に併合し、当該閾値以下でかつ当該着目点が当該抽出領域に含まれる場合に当該抽出領域から削除することにより当該抽出領域の境界線を所定回数更新する抽出領域更新手段とを備えることを特徴とする画像抽出装置。

【請求項37】 当該類似度算出手段は、当該第1の距離と当該第2の距離の一方を選択して当該特徴量距離とする請求項36に記載の画像抽出装置。

【請求項38】 当該第1の距離は、複数の成分に分解された各色成分についての当該基準点での値と当該着目点での値の差分値及び当該差分の絶対値のいずれか一方に関する重み付きべき乗和で表わされ、当該第2の距離は、複数の成分に分解された各テクスチャ特徴成分についての当該基準点での値と当該着目点での値の差分値及び当該差分の絶対値のいずれか一方に関する重み付きべき乗和で表わされる請求項36に記載の画像抽出装置。

【請求項39】 当該第1の距離は、複数の成分に分解された各色成分についての当該基準点での値と当該着目点での値の差分値及び当該差分の絶対値のいずれか一方に関する重み付きべき乗和で表わされ、当該第2の距離は、複数の成分に分解された各テクスチャ特徴成分に関する所定の重み付きべき乗和で表わされるエネルギー値についての当該基準点での値と当該着目点での値の差分値

及び当該差分の絶対値の何れか一方に関する所定の閾値で表わされる請求項36に記載の画像抽出装置。

【請求項40】 当該第1の距離と当該第2の距離を重み付け加算する際の重み係数は、当該基準点近傍での濃淡値に関する分散の値に基づいて決定される請求項36に記載の画像抽出装置。

【請求項41】 請求項1乃至25の何れか1つに記載の画像抽出方法のプログラム・ソフトウェアを記憶することを特徴とする記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像抽出方法及び装置並びに記憶媒体に関し、より具体的には、画像から背景と分離して所望の被写体の図形又はパターンなどを抽出又は検出する方法及び装置並びにその方法のプログラム・ソフトウェアを記憶する記憶媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、画像から特定の被写体を切り出す方法として、ユーザが指定した物体又は背景上の点の画素値を含む所定範囲の色成分値（又は濃淡値）を有する領域を選択しながら、背景を除去又は抽出被写体の領域指定を繰り返す方法（特開平8-7107号公報、特開平8-16779号公報、特開平7-334675号公報及び特公平7-34219号公報など）、及び、抽出対象の輪郭線を含む大まかな粗輪郭線領域又は局所領域を指定し、その指定領域内を細線化又はクラスタリングして対象の境界輪郭線を求めて切り出す方法（特開平3-240884号公報、特開平7-225847号公報、特開平6-251149号公報、特開平7-107266号公報、特開平8-7075号公報、特開平8-77336号公報、特公平6-42068号公報及び特公平8-20725号公報など）などがある。

【0003】色成分のみを用いることにより、切り出し対象の画像部分を大まかに囲むように閉曲線（又は多角形の境界線）を設定するだけで対象物の形状にほぼ近い切り出しマスク画像を生成する方法（特許2642368号公報及び特開平7-322054号公報）も知られている。

【0004】更には、入力画像を類似色の領域又は類似する空間周波数をもつ領域に分割し、ユーザが、この分割された領域から抽出すべき領域からなる画像領域を選び出す操作を行うことにより所望の対象画像を抽出する方法（特開平6-149959号公報、特開平5-216992号公報及び特開平5-35868号公報）も、知られている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】所定範囲の色成分値を有する領域を選択しながら抽出対象の領域を指定する方法は、被写体が局所的に多くの色成分を有する領域からなる場合、又は、背景と被写体との境界が低コントラ

スで画素性だけでは区別が付きにくい場合に、非常に多くの手間（色成分選択範囲の指定と抽出対象内の点指定など）を要する。特公平7-34219号公報に記載されるように、抽出領域の大きさを任意に変更する手段を備えることにより操作性を向上させたものでも、濃淡値のみでは原理的に背景と抽出されるべき被写体とを区別して抽出することは困難な場合がある。

【0006】抽出対象の輪郭線を含む大まかな粗輪郭線を指定する方法では、粗輪郭線の幅が小さい場合に、真の輪郭線をはみ出さないように相当の注意力を以って粗輪郭線を設定しなければならない。また、粗輪郭線の幅が大きい場合には、細線化又はクラスタリング等により対象物体の輪郭線を求めても、対象物体の境界が低コントラストの場合、及び粗輪郭線内の対象の輪郭が複雑な形状を有する場合などには、真の輪郭を抽出することが困難である。局所領域を指定してその中で領域分割又は境界決定を行いながら、その局所領域を抽出対象の輪郭線上をなぞるようにして移動させることにより境界線を逐次、抽出する方法（特公平6-42068号公報、特公平8-20725号公報及び特開平6-251149号公報など）でもなお、ユーザの操作において相当の注意力と手間を要する。

【0007】切り出し対象の画像部分を大まかに囲む閉曲線（大まかに含む領域）を指定する方法では、閉曲線内に含まれる同じ色成分を有する領域の面積の割合に基づく方式（特許2642368号公報）でも、閉曲線内の背景中に被写体と同色となる領域がある場合、及び、閉曲線領域が切り出し対象領域と比べて2倍以上の面積を有する場合などで、背景部分が抽出されるなどの誤抽出を生じ易いという問題がある。

【0008】予め色成分による領域分割と空間周波数成分に基づく領域分割とを行った結果からユーザが抽出すべき領域を選択する方法（特開平6-149959号公報、特開平5-216992号公報及び特開平5-35868号公報）では、最適な領域分割が行われなかった場合に、抽出すべき領域に属する分割された小領域の数が多くなり、ユーザによる選択の手間が多くなる。領域分割の境界線が抽出対象の輪郭と一致しない場合には、修整の手間がかかりすぎる。また、画像全体に対して演算を行うので、本来不必要な背景部分での領域分割により、処理負荷が不必要に過大となる場合があり、結果を高速に得られない。

【0009】本発明は、このような不都合を解消する画像抽出方法及び装置並びに記憶媒体を提示することを目的とする。

【0010】すなわち、本発明は、より高速に所望の画像を精度良く抽出できる画像抽出方法及び装置並びに記憶媒体を提示することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明に係る画像抽出方

法は、画像中に、所定の点、線分及び領域の少なくとも1つによって指定される核を設定し、当該核を構成する少なくとも一つの基準点からなる局所領域において、テクスチャ特徴量を含む評価関数を算出し、当該評価関数の値に基づき当該核の形状を更新することにより当該画像中の所定領域の境界線を定めることを特徴とする。

【0012】本発明に係る画像抽出装置は、画像中に所定の点、線分及び領域の少なくとも1つによって指定される核を設定する設定手段と、当該核を構成する少なくとも1つの基準点からなる局所領域において色成分の特徴量とテクスチャ特徴量の少なくとも一方を含む所定の評価関数の関数値を求める評価関数算出手段と、当該評価関数の関数値に基づき当該核の形状を更新することにより画像中の所定領域の境界線を定める境界線更新手段とを具備することを特徴とする。

【0013】このような構成により、一般に様々な模様や色成分からなる画像から抽出対象となる領域を少ない演算量でかつ高精度に一括抽出することが可能となる。

【0014】本発明に係る画像抽出方法はまた、画像中に所定の点、線分及び領域の少なくとも1つによって指定される核を設定する核設定ステップと、当該核上に設定された代表点を基準点とする基準点設定ステップと、所定の方法で与えられた着目点と当該基準点について色成分の特徴量に基づく特徴空間内での2点間の第1の距離と、テクスチャ特徴量に基づく特徴空間内の当該2点間の第2の距離とを重み付け加算して得られる特徴量距離に基づき当該基準点の近傍領域画像と当該着目点の近傍領域画像との類似度を求める類似度算出ステップと、当該類似度が所定の閾値より大きい場合に、当該着目点又はその近傍領域を基準点を含む所定の抽出領域に併合し、当該閾値以下でかつ当該着目点が当該抽出領域に含まれる場合に当該抽出領域から削除することにより、当該抽出領域の境界線を更新する抽出領域更新ステップと、更新後の当該抽出領域の境界線を表示する境界線表示ステップとからなることを特徴とする。

【0015】この構成により、色成分特徴量の優位性とテクスチャ成分特徴量の優位性を相対的に評価し、抽出領域の境界線を確定させるのに必要かつ最適な特徴量を生成することができる。その結果として、ユーザによる操作の手間を最小限にとどめ、自動的に画像抽出を行うことが可能となる。

【0016】評価関数は、当該基準点近傍における当該テクスチャ特徴量に関する所定の共起確率値の関数として表わされ、当該評価関数の関数値が最大となる方向に当該各基準点を所定量移動することにより当該核の形状を更新する。これにより、抽出対象の境界をなす模様（テクスチャ）の境界線を効率的にかつ高精度に求めることができる。

【0017】評価関数は、テクスチャ特徴量の境界で最小値を与える項を含む所定のエネルギー関数である。これ

により、いわゆる動的輪郭の手法をテクスチャ特徴空間において適用し、抽出対象の輪郭線がテクスチャ境界に相当する場合でもその輪郭線に自動収束する動的輪郭モデルを提供し、動的輪郭により画像（又は輪郭線）の自動抽出が実行可能となる。

【0018】抽出領域更新ステップは、当該閾値を当該境界線の更新ごとに所定の方法で増加又は減少する閾値更新ステップを含む。これにより、様々な模様や色成分を含む画像から所望の対象の画像を自動又は半自動的に抽出することができる。

【0019】当該閾値更新ステップは、当該抽出領域上の所定の境界線上の点がエッジ点である割合を求めるエッジ割合算出ステップと、当該エッジの割合の値及びその変化率の一方に基づいて当該閾値を更新する。これにより、様々な模様や色成分を含む画像から所望の対象の画像を自動で抽出することができる。

【0020】エッジ割合の値が所定の基準値以上に達するか、又はエッジ割合の変化率の絶対値が所定の基準値以下に達すると、抽出領域更新処理を自動停止する。これにより、様々な模様や色成分を含む画像から所望の対象の画像を自動で抽出することができる。

【0021】閾値は、所定の指示選択手段からの信号に基づき更新される。これにより、ユーザの意図を直接反映し、簡単かつ確実に抽出処理結果を得ることが可能となる。

【0022】当該第1の距離は、複数の成分に分解された各色成分についての当該基準点での値と当該着目点での値の差分値及び当該差分の絶対値のいずれか一方に関する重み付きべき乗和で表わされ、当該第2の距離は、複数の成分に分解された各テクスチャ特徴成分についての当該基準点での値と当該着目点での値の差分値及び当該差分の絶対値のいずれか一方に関する重み付きべき乗和で表わされる。これにより、色成分とテクスチャ特徴成分、それぞれについて基準点と着目点での特徴量の差異を適切に評価することができる。また、テクスチャ特徴成分に関する基準点と着目点間での差異を検出するための演算効率を高めることができる。

【0023】当該第1の距離と当該第2の距離を重み付け加算する際の重み係数は、当該基準点近傍での濃淡値に関する分散の値に基づいて決定される。これにより、画像中においてテクスチャ特徴量の優位な所と色又は輝度レベルの比較的均質な部分とを自動識別して、それぞれに最適な評価関数を与えることが可能になり、抽出対象の境界線（輪郭線）の検出精度を高めることができる。

【0024】

【実施例】以下、図面を参照して、本発明の実施例を詳細に説明する。

【0025】図1は、本発明の一実施例の概略構成ブロック図を示す。10は画像入力装置、12は画像記憶装

置、14は画像表示装置、16は画像処理装置、18はマウスなどのポインティング・デバイスからなる指示選択装置である。画像入力装置10は、イメージ・スキャナ、デジタル・カメラなどの撮像装置、又は、画像データベースに接続する画像データ転送装置からなる。

【0026】本実施例では、画像入力装置10から、背景から分離抽出されるべき対象を含む画像データが入力し、画像記憶装置12に記憶される。画像記憶装置12に記憶される画像データは、画像表示装置14の画面上の所定位置に所定の形式で表示される。

【0027】画像処理装置16の概略構成ブロック図を図2に示す。20は核設定装置、22はテクスチャ特徴量抽出装置、24は色成分特徴量抽出装置、26は特徴空間内での特徴量距離を算出する特徴量距離算出装置、28は特徴量距離に基づき領域を成長させる領域成長装置、30は領域成長の結果得られる核の境界線を求める境界線更新装置、32はマスクデータ生成装置、34は画像データを生成する抽出画像生成装置である。図示していないが、画像処理装置16は、処理途中のデータを一時的に記憶する記憶装置を具備する。

【0028】本実施例において「核」とは、点又は曲線を含む線分若しくは任意形状の領域の成長の種となるものをいう。図3(a)、(b)、(c)は、初期の核の一例を示す。図3(a)、(c)は、ユーザが画像表示装置14の画面上に表示される画像を見ながら、指示選択装置18により指定した例を示し、図3(b)は、抽出処理の対象となる画像の外枠の4辺を核とする例を示す。フレームの枠を構成する四辺のうちの任意の辺(複数可)をユーザが指定してもよい。

【0029】図4は、本実施例の動作フローチャートを示す。図4を参照して、本実施例の動作を説明する。

【0030】画像データを画像入力装置10から画像記憶装置12に入力し、画像表示装置14の画面上に表示する(S1)。表示された入力画像を見て、ユーザは、核を設定する(S2)。例えば、曲線状に核を設定する場合、ユーザは、画像表示装置14表示される画像中の切り出したい対象を囲むように、指示選択装置18により任意形状の曲線を設定する。この曲線は、抽出対象を包囲するような閉曲線でも、抽出対象の近傍にあって閉じていない任意形状の曲線であってもよい。具体的には、画像表示装置14上に表示されたカーソル(不図示)の位置を確認しつつ、指示選択装置(マウス)18のボタンを押しながら、抽出対象を囲む曲線の軌跡を描くようにそのカーソルを画面上で移動させると、その軌跡上の点を所定の間隔でサンプリングしたサンプリング点間を結ぶ滑らかな曲線が生成され、これが初期の核となる。その他、抽出対象の外側の任意の複数の点でマウスをクリックすると、核設定装置20が、クリック点同士を直線で結んで核を生成する。

【0031】核の生成後、核を構成する基準点がサン

リングされる(S3)。例えば、曲線として核が設定された場合、その曲線上の点を離散的に所定の間隔でサンプリングして基準点とする。図3(a)、(b)、

(c)の核の上に配置される黒丸の点が基準点である。核がポイントとして指定された場合には、その点を基準点としてもよいし、その点の近傍の複数位置を自動的に基準点としてサンプリングしてもよい。

【0032】基準点又は着目点(核上に無い任意のサンプリング点であり、通常は基準点の近傍から採用される。)を含む近傍で特徴量を抽出する(S4)。着目点とは、基準点を含む領域に併合するか否かを判断されるべき点をいい、通常は抽出領域の外側に存在し、且つ基準点の近傍にある点である。本実施例では、特徴量としてテクスチャ特徴量と色成分特徴量を採用する。

【0033】テクスチャ特徴量抽出装置22によるテクスチャ特徴量の抽出方法を説明する。本実施例では、入力画像の濃淡値(入力画像データがカラー画像であればそれを濃淡画像に変換したもの。)をGaborウェーブレット変換し、その変換係数によりテクスチャ特徴量を抽出する。

【0034】Gaborウェーブレットは下記式(1)で与えられるように、一定の方向成分と空間周波数を有する正弦波をガウシアン関数で変調した形状を有し、スケーリングレベルのインデックスmと方向成分のインデックスnで特定される。すなわち、

【0035】

$$[数1] \quad g_{a, \theta}(x, y) = (a^{-1}/2\pi\sigma_x\sigma_y) \exp(h_{a, \theta}(x, y))$$

$h_{a, \theta}(x, y) = \{(x \cos \theta_0 + y \sin \theta_0)^2/a^2 + (-x \sin \theta_0 + y \cos \theta_0)^2/a^2 + 2i2\pi W(x \cos \theta_0 + y \sin \theta_0)/a\}$
ここに、(x, y)が画像中の位置、aはスケーリングファクタ、 θ_0 はフィルタの方向成分、Wは基本空間周波数をそれぞれ示す。 σ_x 、 σ_y はそれぞれフィルタ関数のx方向及びy方向の広がり的大小を与えるパラメータである。

【0036】ウェーブレットとして、このフィルタのセットは互いに相似の関数形状を有し、主方向と大きさが互いに異なる。このウェーブレットは、空間周波数ドメインと実空間ドメインで関数形が局在していることと、位置と空間周波数に関する同時不確定性が最小となり、実空間でも周波数空間でも最も局在した関数であることが知られている(J. G. Daugman, "Uncertainty relation for resolution in space, spatial frequency, and orientation optimized by two-dimensional visual cortical filters", Journal of Optical Society of America A, vol. 2, pp. 1160-1169, 1985)。

【0037】本実施例では、 θ_n は 0 度、30 度、60 度、90 度、120 度及び 150 度の 6 方向の値を取り、 a は 2 とし、 m は 1 から 4 までの整数として与えられる。 σ_x 、 σ_y は、フーリエドメインで各フィルタが互いに適切に均質に重なり合い、特定の空間周波数への偏りがないように設定されるのが望ましい。例えば、フーリエ変換後の振幅最大値に対する半値レベルがフーリエドメインで互いに接するように設計すると、

【0038】

【数 2】 $\sigma_u = -(a-1)U_h / \{(a+1)(2\ln 2)^{1/2}\}$

【0039】

【数 3】 $\sigma_v = \tan(\pi/2N) \{U_h^2 - (2\ln 2)\sigma_u^2\} / \{(2\ln 2)U_h^2 - (2\ln 2)^2 \sigma_u^2\}^{1/2}$

【0040】

【数 4】 $a = (U_h/U_v)^{1/(x-1)}$

ここで、 U_h 、 U_v は、ウェーブレット変換でカバーする空間周波数帯域の最大値及び最小値であり、 M はその範囲でのスケールレベル数を与える。

【0041】各フィルタ $g_{m,n}(x,y)$ と入力濃淡画像との 2 次元畳み込み演算を行うことにより、Gabor ウェーブレット変換が行われる。すなわち、

【0042】

【数 5】

$$W_{m,n}(x,y) = \int I(x_1,y_1) g_{m,n}^*(x-x_1,y-y_1) dx_1 dy_1 \\ = A_{m,n}(x,y) \exp\{iP_{m,n}(x,y)\}$$

ここに I は入力画像、 $W_{m,n}$ は Gabor ウェーブレット変換係数である。 $W_{m,n}$ ($m=1, \dots, 4$; $n=1, \dots, 6$) のセットを特徴ベクトルとして、各点で $W_{m,n}(x,y)$ を求める。なお、 $*$ は複素共役をとることを示す。主として演算量を低減させるために、後述する基準点と着目点間の特徴空間での距離関数値に基づく領域成長処理において、 $W_{m,n}$ から以下に示す特徴量を求めて用いてもよい。

【0043】例えば、テクスチャエネルギーとして、

【0044】

【数 6】

$$T(x,y) = \sum_{m,n} |W_{m,n}|^2(x,y)$$

を用いると、一定範囲での空間周波数の平均的な揃い具合が表わされる。スカラー量であるので、類似度比較の際の演算量を大幅に低減出来る。

【0045】その他、各基準点又は着目点の近傍領域での各成分についての平均値及び分散値のセット（例えば、 $\mu_{m,n}$ 、 $\sigma_{m,n}$ をそれぞれ基準点又は着目点近傍での平均値と分散値としたときの $[\mu_{1,1}, \sigma_{1,1}, \mu_{1,2}, \sigma_{1,2}, \dots, \mu_{4,6}, \sigma_{4,6}]$ ）を特徴ベクトルとしてもよい。また、基準点の近傍領域において所定の評価基準、例えば局所領域で均質度が高い場合には局所領域での平均値が最大のもの、そうでなければコントラスト（最大値と最小値の差が大でそれぞれの値をとる

頻度も一定レベル以上の場合）が最大のものを与える特定の (m,n) に対応する $W_{m,n}$ をテクスチャ特徴量としたり、又はその値の順に最大値を与えるものから複数個（2 乃至 3 個程度）の $W_{m,n}$ を選択的に抽出し、それらによって構成される低次元化した特徴ベクトル（例えば、 $[|W_{1,1}|, |W_{1,2}|, |W_{1,3}|]$ ）を基準点又は着目点の近傍でのテクスチャ特徴量としてもよい。更には、以下に示す色成分特徴量において定義されるようなヒストグラムの分布形状を基準点及び着目点の近傍で Gabor ウェーブレット変換係数のそれぞれについて求め、特徴ベクトルとして表現してもよい。

【0046】色成分特徴量抽出装置 24 により抽出する特徴量を説明する。色成分としては、一般に、RGB の各成分値、又は、色相、彩度及び明度などに分解した成分が用いられる。ここでは、基準点（又は着目点）を中心とする所定サイズ（例えば、縦 10 画素、横 10 画素）の矩形領域で与えられる近傍領域において各色成分に関するヒストグラムをとり、基準点（又は着目点）ごとにその分布形状に基づく特徴ベクトル又は色成分の代表値のリスト形式により与えられる特徴量などのようにして色成分特徴量を求める。

【0047】ヒストグラムの分布形状を特徴ベクトルとして表わすときには、例えば、RGB 各成分値について 0 から 255 の範囲を N （例えば、 $N=20$ ）等分して得られる各範囲（ビンという。）について、該当する色成分を有する画素数をカウントし、その頻度を求める。各色成分の頻度に関して要素数 N の特徴ベクトル V_R 、 V_G 、 V_B が求まる。例えば、 $V_R = [V_1^R, V_2^R, \dots, V_N^R]$ は、R 成分についてのヒストグラムの分布形状を表わす。

【0048】色成分の代表成分値による特徴量は、色空間での距離が互いに基準値以上離れているような色成分値であって、例えばヒストグラムの各ビンの中心値となる色成分値で表わされる。ここで用いられる色空間での距離 D 。としては、各成分の差分の絶対値の総和、即ち、 $D = |R(x,y) - R(x',y')| + |G(x,y) - G(x',y')| + |B(x,y) - B(x',y')|$

などが典型的に用いられる。従って、基準点近傍での代表色のリストは、 (R_1, G_1, B_1) 、 (R_2, G_2, B_2) 、 \dots 、 (R_k, G_k, B_k) などのように表わされる。

【0049】特徴量の抽出後、特徴量距離算出装置 26 が、基準点と着目点間の特徴量距離を算出する（S5）。図 5 は、特徴量距離算出装置 26 による特徴距離算出と領域成長装置 28 による領域成長の動作フローチャートを示す。本実施例では、基準点近傍において 0 から 255 の範囲の値をとる濃淡値の分散を求め、その分散値が閾値（例えば、30）以上なら画像パターンがテクスチャ優位な特徴を有するものとし、閾値未満なら濃

淡値の変化が緩やかであると判定する (S11)。

【0050】分散値が閾値以上の場合 (S11)、テクスチャ特徴量を図示しない一次記憶装置からロードし (S12)、領域成長に適した特徴量 (例えば、テクスチャエネルギー) を算出し (S13)、テクスチャ特徴量に関する距離 D_T を求める (S14)。特徴量の変換処理 (S13) は、処理スピードと要求精度などによっては省略できる。その場合、テクスチャ特徴量は、Gabor ウェーブレット変換係数のセットとして与えられる。

【0051】分散値が閾値未満の場合 (S11)、色成分特徴量を図示しない一次記憶装置からロードし (S16)、領域成長に適した特徴量 (例えば、色成分に関する局所ヒストグラムから求まる特徴ベクトル又は代表色成分のリストなど) を抽出し (S17)、色成分に関する距離 D_c を求める (S18)。特徴量の変換処理 (S17) は、処理スピードと要求精度などによっては省略できる。その場合、色成分特徴量は、RGB 各成分値として与えられる。

【0052】S11での判定は、分散に限らず他の評価値尺度により何れの特徴量が優位であるかを決めてもよい。テクスチャ特徴量に関する距離 D_T は、テクスチャ特徴量がスカラー量 (例えば、テクスチャエネルギー又は選択抽出された Gabor ウェーブレット変換係数値) の場合、基準点及び着目点での値の差分絶対値などを用いることが好ましい。同様に、テクスチャ特徴量がベクトル量ならば、対応する各成分間の差分絶対値の総和を用いるのが好ましい。但し、他の特徴量距離の尺度として、ユークリッド距離、ミンコフスキー距離、カイニ垂距離及びコルモコロフ・スミルノフ距離などを用いてもよい。

【0053】図5に示す処理は一例であり、第1及び第2の距離の重みづけ和として距離を定義し、テクスチャ (又は色成分) の優位度に関する所定の評価値 γ を重み係数として、次式に示す値を算出してもよい。すなわち、

【0054】

$$【数7】 D = D_c + \gamma D_T$$

ただし、 γ を例えば、

$$\gamma = \beta (\alpha / \sigma(x, y) + \mu(x, y))$$

のように設定すると、点 (x, y) を中心とする局所領域でテクスチャ特徴量の平均値 $\mu(x, y)$ が高く、かつ均質度 $1/\sigma(x, y)$ が高い場合ほど、係数 γ の値が大きくなる。 α, β は定数である。

【0055】次に、領域成長装置28が、特徴量距離に基づき領域を成長し、基準点位置を更新する (S6)。領域成長は、特徴空間内での基準点と着目点間の距離 D が閾値以下の場合に基準点を含む抽出領域に着目点を併合し、閾値より大きい場合には着目点を抽出領域から排除するような処理を意味する。境界線更新装置30が、

領域成長過程で得られる核の境界線データを求め、その逐次更新結果を画像表示装置14の画面上に表示する。

【0056】図5に示す処理では、対応する特徴量に基づき領域を成長し (S15, S19)、各基準点からの領域成長結果を統合して得られる核領域の新たな境界線に基づく更新位置の決定する (S20)。具体的には、各基準点の更新位置は、領域成長により得られる新たな核領域の境界線上の所定のサンプリング点として与えられる。色成分特徴量による領域成長では、色成分の代表成分値による特徴量を用いる場合には、基準点位置の更新は必須ではない。

【0057】基準点は、領域成長の過程において適宜新たな核領域の境界線から所定の方法に従って (例えば、境界線に沿った隣接基準点間の距離がほぼ等しくなるように) サンプリングされる。従って、基準点の数は、一般的に増減する。

【0058】図3 (d), (e), (f) は、図3 (a), (b), (c) からの途中結果を示す。図3 (d), (e), (f) のハッチング部分が成長過程の領域を示す。図3 (g) は領域成長後の最終結果を示す。被写体の輪郭線に成長領域が収束している。図3に示す例では、核が初めに背景部分に設定されるので、いずれも、成長終了後には、抽出対象の領域を穴とするドーナツ状の領域となる。

【0059】本実施例では、例えば、ユーザがマウスの左ボタンを押している間は閾値を時間的に単調増加させ、右ボタンを押している間は閾値を単調減少させるように、ユーザによる操作と連動して閾値を変化させる (S7)。その間、核領域の外郭境界線などによって領域成長結果を画像表示装置14の画面上に表示する (S8)。これにより、ユーザの意図を反映した画像抽出が可能となる。閾値を変化させる方法として、マウスボタンなどを押している時間の関数として、一次関数的に増加又は減少する方式、又は双曲線関数である $\tanh(x)$ などのように一定レベルに飽和するように増加又は減少する方式が有効である。後者は、閾値の上限又は下限を予め制限したい場合に有効かつ好適である。

【0060】本実施例では、背景と抽出対象の絵柄の組み合わせによっては、抽出対象の輪郭及び対象の画像を自動的に抽出できる。図6は、そのように図4のフローチャートを変更した例を示す。画像入力 (S11) から領域成長 (S26) の開始までは、図4に示すフローチャートと同じである。但し、ここでは、入力画像のフレーム全部又は一部からなる核 (又はユーザにより設定された核) から所定の初期閾値に従って領域成長を実行し、成長結果の妥当性判断のための評価値 (の一例) として領域成長により更新された核領域の境界線上の点のエッジ割合を算出し、その算出値に基づいて領域成長の閾値を制御する (S27)。具体的には、例えば、エッジ割合が所定の閾値 Th_e (例えば、0.5) 未満のと

きには所定の割合で領域成長の処理サイクルごと又は単位時間ごとに閾値を単調増加させ、 Th_e 以上になったら、所定の飽和レベルに漸次的に到達するような単調増加関数（双曲線関数 \tanh など）に従って領域成長用の閾値を与える。

【0061】この場合、初期設定された核が抽出対象を包囲する閉曲線の場合、領域成長の結果得られるドーナツ状の領域の内側境界線がエッジ割合を算出する対象となる。初期設定された核が全て抽出対象の内部にある場合には、いうまでもなくその最外郭境界線がエッジ割合の算出対象となる。その他、初期設定された核が抽出対象の近傍にある孤立点、断片的な線分又は孤立した小領域の場合には、エッジ割合のみでは領域成長結果の妥当性を常に判断できるとは限らないが、途中結果の表示という意味で、処理を自動中断して（S28）、核領域の境界線を表示してもよい（S29）。

【0062】処理中断又は自動停止（S28）の条件としては、エッジ割合が所定レベル（例えば、9割）以上になったとき又はその変化率の絶対値が一定値（例えば、1割）以下になったときなどが挙げられる。エッジ割合以外の他の指標、例えば境界線長さ又はテクスチャエッジの割合などを用いて、処理停止を判定してもよい。テクスチャエッジとは、テクスチャ特徴量（テクスチャエネルギー又はGaborウェーブレット変換係数値など）の2次元分布データのエッジを抽出することにより得られるものであり、例えばこれらのデータにSobelフィルタなどによる空間微分演算を行い、更に2値化処理を行うことにより得られる。

【0063】エッジ割合の算出に際しては、領域成長の結果得られる核の境界線が画像フレームに接している場合、その部分を対象としないことが望ましい。抽出対象の輪郭と画像フレームの輪郭が一致する場合は通常少ないと考えられるからである。

【0064】領域成長により得られる輪郭線が不完全であるとユーザにより認められる場合、以下の手順に例示する方法により、更に処理を継続し、又は不完全な部分を修正できる。例えば、指示選択装置18を用いて必要な部分又は適切な部分の境界線を指定選択し、その部分を確定させる（例えば、マウス・ボタンをダブルクリックする方法や、画像表示装置14の画面上に表示される確定ボタンのアイコンをクリックする方法がある。）。これに依じて、残りの部分について更に領域成長処理が自動継続されるか、又は、ユーザの指示に応じて領域成長が実行される。

【0065】以上のような方法により抽出された輪郭線は、抽出対象の輪郭線又は抽出対象を除く背景領域の輪郭線である。その輪郭線が閉曲線をなす場合、マスクデータ生成装置32が、その閉曲線内部の領域を表わすマスクデータ（一般には、2値データであり、マスク領域内部の各画素を'1'、外部の各画素を'0'とす

る。）を生成する（S9, S30）。抽出画像生成装置34は、このマスク・データと原画像との論理積をとることにより、抽出対象画像を示す画像データを生成し、抽出結果が画像表示される（S10, S31）。例えば、ユーザが抽出結果を容易に視認できるように、抽出対象以外の領域を特定色にしたり、抽出された輪郭線を点滅表示するなどの表示方法が採用される。

【0066】本実施例では、テクスチャ特徴量としてGaborウェーブレット変換により得られる局所空間周波数ドメインの特徴量を用いたが、本発明自体は、その種の特徴量に限定されない。例えば、他の特徴量として、以下に例示するように、ある画素の画素値又は単なる濃度勾配（エッジ強度）のような情報ではなく、局所2次元領域（又は大域的な領域）における画像パターンの特徴を表わす特徴量（但し、画素ごとに定義され得るものであることが望ましい。）であればよく、このことは、以下の実施例でも同様である。例えば、濃度共起行列により得られるエネルギー、エントロピー、相関及び局所一様性などの特徴量（R. M. Haralick et al., "Textural features for image classification", IEEE Trans. Syst. Man, Cybern., Vol. SMC-3, pp. 610-621, 1973）、又は濃淡値に関する平均、分散、Skewness及びKurtosisの組み合わせ（P. C. Chen and T. P. Alvidis, "Segmentation by Texture Using a Co-Occurrence Matrix and a Split-and-Merge Algorithm", Computer Graphics and Image Processing, vol. 10, pp. 172-182, 1979）などが利用可能である。

【0067】以上の各処理は、コンピュータで実行可能な所定のプログラム形式により形成されていても良いし、各部の処理を所定のゲートアレイ（FPGA及びASIC等）などのハードウェア、又は所定のコンピュータプログラムと図1に示す一部の要素を実現する部分的ハードウェア・モジュールとが混在する形式でも実現できることは明らかである。ハードウェアモジュールが含まれる場合、必ずしも各構成要素が図1に示す構成と同一でなくてもよく、その機能が実質的に同一であるもの、又は、一つの要素が図1の複数の要素の機能を備えるものなどは、本発明の技術的範囲に含まれることはいうまでもない。この点は、以下の実施例において同様である。

【0068】図7は、画像処理装置16の別の構成例を示す概略構成ブロック図である。40は初期輪郭設定装置、42はテクスチャ特徴量抽出装置、44はテクスチャ特徴量に基づく共起確率場を算出する共起確率場算出

10

20

30

40

50

装置、46は共起確率場に基づきテクスチャ境界方向を算出するテクスチャ境界方向算出装置、48はサンプリング点移動装置、50は移動停止判定装置、52は境界位置精密推定装置、54は境界線更新装置、56はマスクデータ生成装置、58は抽出画像生成装置である。処理途中のデータを一時記憶する一次記憶装置（図示せず。）を具備することは、図2の場合と同じである。

【0069】図8は、図7に示す構成の動作フローチャートを示す。処理例としては、図3（b）→（e）→（g）というように変化する。

【0070】画像の入力と表示（S41）の後、ユーザが、初期輪郭として、抽出対象を包囲する閉曲線（矩形枠なども含む。）又は抽出対象の内部に抽出対象の形状を大まかに表す閉曲線を、指示選択装置18を用いて設定する（S42）。初期輪郭としては、閉曲線に限らず、図3（a）に示すように抽出対象を大まかに囲むような閉曲線でもよい。

【0071】図示しない輪郭線画像生成装置が、画像表示装置14の画面上に、この初期輪郭線を特定の色又はパターンにより視認が容易なように入力画像に重畳して表示する。初期輪郭線上で所定の間隔、例えば輪郭線上に沿った距離が隣接点間でほぼ一定になるような間隔で、基準点のサンプリングする（S43）。

【0072】次に第1の実施例と同様に、入力画像の濃

$$H(x, y, D, \theta) = \frac{1}{N} \sum_{(x_i, y_i) \in A} \{ |i - j| > Th, x_{i,a} - x_{j,b} = Dv_x(\theta), y_{i,a} - y_{j,b} = Dv_y(\theta) \}$$

ただし、 (x_a, y_a) は局所領域A内の任意の位置にある基準点、 (x_b, y_b) は局所領域A内の比較対照点をそれぞれ示す。Dは、点 (x, y) を含む局所領域内の2点間の距離、 θ は一方の点から見た他方の点の方向を示す。Nは領域Aの面積（画素数）である。 $v_x(\theta)$ 、 $v_y(\theta)$ は、各 θ ごとに図9に示すように決定される。

【0075】本実施例では、テクスチャ境界の存在方向を推定するために、2点のテクスチャ特徴量の差が一定閾値Thより大きいことのみを基本制約条件として上述の確率Hを求め、向き θ の正負を区別する。特定方向に対する反対方向も区別する。

【0076】一方、共起行列では、濃度値iをもった画素からq方向に距離Dだけ離れた画素が濃度値jをもつことを制約条件とし、そのような条件を満たす2点の存在する確率密度を求める。特定のGaborウェーブレット変換係数（例えば、 $W_{mn}(x, y)$ ）をテクスチャ特徴量として用いる場合、テクスチャ共起確率Hは $H_{mn}(x, y, D, q)$ のように読み替えられるものとする。

【0077】ユーザは、画像抽出の開始を指示する際、初期輪郭が基本的に収縮することにより抽出対象の輪郭に収束するのか、又は、膨張することによるのかを指示

淡値（入力画像データがカラー画像の場合には、それを濃淡画像に変換したもの）についてGaborウェーブレット変換を行い、その変換係数により画像中の各点でのテクスチャ特徴量データを抽出する（S44）。ここで用いる特徴量としては、前述したように、テクスチャエネルギーのほか、各基準点又は着目点の近傍領域での各成分の平均値及び分散値のセットからなる特徴ベクトル、若しくは、基準点の近傍領域において所定の評価基準値が最大のものを与える特定の (m, n) に対応する W_{mn} 、又はその絶対値の順に複数の W_{mn} を抽出し、それらによって構成される低次元化した特徴ベクトルなどが使われる。

【0073】各基準点において、その点を含む局所領域のテクスチャ特徴量に関し、以下に定義するテクスチャ共起確率場 $H(x, y, D, \theta)$ を求める（S45）。テクスチャ共起確率場 $H(x, y, D, \theta)$ は、一方（基準）の特徴量をi、他方（比較対照）の特徴量をj、テクスチャの境界線付近で変化するテクスチャ特徴量の大きさの変化量の基準となる閾値をThとしたとき、 $|i - j| > Th$ となる2点が存在する確率であり、次式で与えられる。即ち、

【0074】

【数8】

する。この場合、輪郭線上の各基準点の基本移動方向は、前者の場合、輪郭線の中心方向、後者の場合、は中心から基準点方向に向かう方向となる。

【0078】テクスチャ共起確率 $H(x, y, D, \theta)$ の値に基づき、テクスチャ境界の存在方向の推定値 $\Theta(x, y)$ を、次式に示すように $\arg \max$ 内の値が最大となるような θ として求める（S46）。すなわち、

【0079】

【数9】

$$\Theta(x, y) = \arg \max_{\theta} \{ NH(x, y, D, \theta) P(x, y, D, \theta) \}$$

$$P(x, y, D, \theta) = H(x, y, D, \theta) / (H(x, y, D, \theta) + H(x, y, D, \theta + \pi))$$

$NH(x, y, D, \theta)$ は、テクスチャ境界の存在する条件を満たすペアの数を示し、 $P(x, y, D, \theta)$ は、テクスチャ境界の存在する方向として $\theta + \pi$ に対する方向 θ の優位性を表す確率を示す。

【0080】数9では、テクスチャ特徴量を第1の実施例で示したような特定のスカラー量（テクスチャエネルギーなど）とせず、Gaborウェーブレット変換係数それぞれについてテクスチャ共起確率Hを求めてから Θ を算出してもよい。更には、距離Dの値の範囲を変化させてもよい。この場合、各Dの値ごとにHを求め、積N

$H(x, y, D, \theta)$ $P(x, y, D, \theta)$ の最大値を与える特定の Gabor 変換係数 $W_{mn}(x, y)$ に対応した方向 θ が求まることになる。

【0081】 テクスチャ共起確率が 0 の場合、例えばその算出条件を満たす 2 点が基準点近傍の局所領域に存在しない場合には、初期輪郭の中心方向を θ として選択すればよい。

【0082】 次に、基準点位置の移動の可否を判定する (S47)。移動停止の判定条件は、例えば、推定されたテクスチャ境界方向が前述した基本移動方向 (初期輪郭が抽出対象を包囲するようにして設定された場合には初期輪郭線の収斂方向、初期輪郭が抽出対象の内部に設定された場合には膨張方向) と矛盾する場合 (例えば、180 度以上異なる場合)、及び/又は基準点位置の近傍領域 (10×10 の矩形領域など) でのテクスチャ特徴量の変化幅及び分散が基準値より大きい場合、又は直前の移動方向とその移動後推定された新たな移動方向とが大きく異なる場合 (例えば、180 度以上異なる場合) などでは、該当する基準点の移動を行わずに、移動前の位置で基準点を停止させる。

【0083】 移動が可能な場合、選択された移動方向 θ に各基準点の位置を所定量、ステップ移動し (S48)、移動先の基準点において上述した方法によりテクスチャ共起確率に基づくテクスチャ境界方向の推定及び移動可否の判定の処理を繰り返す。

【0084】 移動後の基準点間を滑らかに繋ぐ曲線を、抽出に係る輪郭線として所定の次数 (3 次又は 5 次が典型的) のスプライン補間により生成し、画像表示装置 14 の画面上に表示する (S49)。スプライン関数としては、B スプラインなどが典型的に用いられるが、特定のものに限定されない。

【0085】 上述した一連の処理、特に、基準点の移動動作の収束後、又は上述の繰り返し処理を自動で一定回数、行なった後に、更に、必要によりユーザからの指示 (マウスボタン操作及びキーボード操作など) により所定回数繰り返した後で、抽出対象の境界位置を精密に推定する (S50)。本実施例では、基準点位置の移動動作がステップ移動により行なわれるので、移動ステップ量以下の分解能での境界位置の推定が必要となり、そのためにこの精密推定が実行される。具体的には、基準点位置の一定範囲の近傍領域において、エッジ強度の最大位置又は先に説明したように色成分の特徴量について色空間で定義された距離が基準点から所定の閾値以上になる点の位置が求められる。

【0086】 このようにして精密に求めた基準点間を同様にスプライン補間して、画像抽出に係る対象の輪郭線を生成する (S51)。但し、最終的に抽出に係る輪郭線を確定させる前に、先に説明したのと同様に、不完全な部分を修整してもよい。例えば、指示選択装置 18 により必要な部分又は適切な部分の境界線を指定選択し

てその部分を確定させるとともに、残りの部分について上述した処理を自動継続したり、エッジ強度の最大値を追跡するような輪郭追跡法を併用してもよい。

【0087】 最後に、抽出すべき対象又は除去すべき背景のマスクデータ又はその輪郭線データを生成し、所定の記憶手段に記憶して、処理を終了する (S52)。

【0088】 先に説明したのと同様に、各基準点の近傍で画像の濃淡値の分散などを求め、その値に応じて上述したテクスチャ特徴量に基づく処理と、図 2 に示す構成における処理のうちの色成分に基づく領域成長処理のいずれかを適宜に選択して実行するようにしてもよい。後者を実施する場合、基準点の近傍領域での領域成長は、一定の閾値により行うのが簡易であるが、領域成長の閾値の自動設定又は自動停止判定を行う場合には、次のようにすればよい。即ち、初期輪郭の収斂又は膨張のいずれかのモードにより抽出対象の輪郭を求めることが予め分かっているので、収斂の場合には初期輪郭の中心方向、膨張の場合には初期輪郭の中心からみた基準点方向を主成長方向とし、その主成長方向を含む一定角度範囲を領域成長範囲とし、その成長した領域の境界線部分についてエッジ割合を求め、そのエッジ割合又はその変化率などに基づいて図 2 について説明したように閾値の制御又は領域成長の停止を行えばよい。領域成長後は、新たな基準点を成長後の領域の境界線から設定するか、又は成長後の主成長方向範囲にある境界線部分を新たな境界線の一部として保持する。前者の場合には、主成長方向を含む所定の範囲の境界線から適当な位置 (例えば、主成長方向にある点など) をサンプリングして設定すればよい。

【0089】 図 10 は、画像処理装置 16 の第 3 の構成例の概略構成ブロック図を示す。60 は初期輪郭設定装置、62 はテクスチャ特徴量抽出装置、64 はエッジ強度分布算出装置、66 はテクスチャ特徴量及び入力画像のエッジ強度分布などに基づきエネルギー関数を算出するエネルギー関数算出装置、68 は算出されたエネルギー関数に基づき輪郭線を変形する輪郭線変形装置、70 はマスクデータ生成装置、72 は、抽出画像データを生成する抽出画像生成装置である。先の例と同様に、処理途中のデータを一時記憶する一次記憶装置を具備する。

【0090】 図 10 に示す構成の動作を説明する。ここでは、テクスチャ特徴空間においてその特徴量に関するテクスチャエッジ位置に収束するような動的輪郭法により対象画像が抽出される。ここで、テクスチャエッジは、所定のテクスチャ特徴量の 2 次元分布データについて急峻にその値が変化する所をエッジとして抽出したものである。テクスチャエッジは例えば、テクスチャ特徴量の分布データに Sobel フィルタなどによる空間微分演算を行い、更に 2 値化処理を行うことにより得られる。

【0091】 動的輪郭法とは、エッジ情報から物体の輪

郭を抽出する方法で輪郭が滑らかであることとエッジ上にあること等を拘束条件として表わした所定のエネルギー関数が最小となるように、輪郭線モデルを変形することにより、物体上の輪郭に収束させる輪郭抽出方法である。これを発展させた方法として、初期輪郭の近傍領域の画像と被写体部分の局所的な領域に関する画像の特徴量との差異に基づいて動的輪郭の輪郭上の点に内向き又は外向きの外力を作用させる方法が考えられる。

【0092】図11に示すフローチャートを参照して、図10に示す構成の動作を説明する。処理例としては、図3(b)→(e)→(g)というように変化する。

【0093】画像の入力から基準点のサンプリングまで(S61~S63)は、図8のS41~S43と同じであるので、説明を省略する。特徴量としてテクスチャ特徴量とエッジ強度分布を抽出し(S64, S65)、両者からエネルギー関数を算出する(S66)。

【0094】エネルギー関数にテクスチャ特徴量に関する項が存在する点が、先に説明した実施例及び従来例とは異なる点である。エネルギー関数は具体的には以下のように定義される。エネルギー算出装置66が、各基準点位置 $v(s_i)$ において以下に示す評価関数値Eを算出する。

【0095】

$$\text{【数10】 } E = \sum \{ E_{i, \text{int}}(v(s_i)) + E_{i, \text{ext}}(v(s_i)) + E_{i, \text{texture}}(v(s_i)) + E_{i, \text{edge}}(v(s_i)) \}$$

ここで、 $E_{i, \text{int}}$ 、 $E_{i, \text{ext}}$ 、 $E_{i, \text{texture}}$ の項は、従来の動的輪郭法にも存在するものであり、その他の項目がここで新たに導入されたものである。 s_i は輪郭線上のi番目のサンプリング点位置に相当する輪郭線に沿った周囲長の値を示す。 $E_{i, \text{int}}$ は輪郭線モデル $v(s) = (x(s), y(s))$ が滑らかになろうとする内部エネルギーであり、以下の式により与えられる。すなわち、

【0096】

【数11】

$$E_{i, \text{int}}(v(s)) = \alpha(s) |dv/ds|^2 + \beta(s) |d^2v/ds^2|^2$$

$E_{i, \text{ext}}$ はいわゆる濃淡エッジに引き寄せられる力を表わすエネルギーであり、エッジ強度分布算出装置64の算出結果を用いて、

【0097】

$$\text{【数12】 } E_{i, \text{ext}}(v(s)) = -w_1 |\nabla I(v(s))|^2$$

のように求められる。同様に、 $E_{i, \text{texture}}$ は、テクスチャエッジに引き寄せられる力を表わすエネルギーであり、下記式で与えられる。即ち、

【0098】

$$\text{【数13】 } E_{i, \text{texture}}(v(s)) = -w_T |\nabla T(v(s))|^2$$

数12及び数13で、 $I(v(s))$ 及び $T(v$

$(s))$ はそれぞれ、 $v(s)$ 上の画素値及びテクスチャ特徴量を表わす。数11の $\alpha(s)$ 、 $\beta(s)$ は、輪郭線の形状に応じて場所ごとに設定されるべきものであるが、定数であってもよい。 w_T 、 w_1 は、テクスチャエッジと濃淡エッジのいずれに重きを置くかで決まる定数である。

【0099】 $E_{i, \text{ext}}(v(s))$ は外力に相当し、適宜に設定されり、ここでは、

【0100】

$$\text{【数14】 } E_{i, \text{ext}}(v(s)) = -\gamma \{ \ln P_{i, \text{int}}(T(v(s))) - \ln P_{i, \text{ext}}(T(v(s))) \}$$

γ は正の定数である。 $P_{i, \text{int}}(T(v(s)))$ 、 $P_{i, \text{ext}}(T(v(s)))$ は、初期輪郭線又はその更新後の輪郭線についての内側近傍領域と外側近傍領域内において、テクスチャ特徴量のそれぞれの平均値 $\mu_{i, \text{int}, N}$ 、 $\mu_{i, \text{ext}, N}$ 及び分散 $\sigma_{i, \text{int}, N}$ 、 $\sigma_{i, \text{ext}, N}$ を用いて次のように表される。すなわち、

【0101】

$$\begin{aligned} \text{【数15】 } P_{i, \text{int}} &= (1 / \{(2\pi)^{1/2} \sigma_{i, \text{int}, N}\}) \exp \{ - (T(v(s)) - \mu_{i, \text{int}, N})^2 / (2\sigma_{i, \text{int}, N}^2) \} \\ P_{i, \text{ext}} &= (1 / \{(2\pi)^{1/2} \sigma_{i, \text{ext}, N}\}) \exp \{ - (T(v(s)) - \mu_{i, \text{ext}, N})^2 / (2\sigma_{i, \text{ext}, N}^2) \} \end{aligned}$$

N は点 $v(s)$ についてテクスチャ特徴量の平均値及び分散を求める近傍領域を表わす。初期輪郭の重心に近い方を内側、遠い方を外側とする。

【0102】数15を適用することにより、数14は、輪郭線上のサンプリング点が初期(又は更新)輪郭線の内側近傍領域の画像上にある確率が高ければ、輪郭線には外側に膨張する外力が働き、逆に、外側近傍領域の画像上にある確率が高ければ、内側に収縮する方向の外力が働くことを意味する。また、数15は、輪郭上のサンプリング点 $v(s)$ におけるテクスチャ特徴量と内側又は外側近傍領域におけるテクスチャ特徴量との差異を評価する関数とみなすことができ、その意味において、サンプリング点と近傍領域に関する他の特徴量の差異を評価する尺度を用いてもよい。数15では、確率モデルをガウシアンとしたが、他のモデルを用いてもよい。 $E_{i, \text{ext}}(v(s))$ においてテクスチャ特徴量 T ではなく、画像データ I について数15を評価してもよい。更には、外力として他の成分項を付加してもよい。

【0103】テクスチャ特徴量が図2を参照して説明したGaborウェーブレット変換係数 w_m の全体にわたる場合には、

【0104】

【数16】

$$E_{\text{texture}}(v(s)) = -\mu \int \sum_n \sum_m \alpha_{mn} \left[\left| \frac{\partial}{\partial x} W_{mn}(v(s)) \right|^p + \left| \frac{\partial}{\partial y} W_{mn}(v(s)) \right|^p \right] ds$$

$$\alpha_{mn} = \frac{|W_{mn}|}{\sum_{j,n} |W_{jn}|}$$

のように、各成分についての重み付け和として定義される。ここに、 p は正の定数である。 α_{mn} は上式の定義によらず定数でもよい。

【0105】図10に示す構成では、以上のようにして定義されたエネルギー関数値が最小値に収束するまで、輪郭線変形装置68が、初期輪郭線上のサンプリング点を逐次移動させ（S67）、移動後の各点間を滑らかに結ぶ曲線をスプライン補間などにより生成する（S68）。これにより、抽出すべき対象の輪郭線が自動的に求まる。各サンプリング点の移動量は、動的輪郭法において既に知られた手法である変分法等により求められる。。

【0106】得られた輪郭線は、表示画面上で入力画像に重畳して、視認されやすいように表示され、必要に応じた修整できる。その後、マスクデータ生成装置70が、輪郭線データ、抽出される画像データ又はその領域を表わすマスクデータを生成し、抽出画像生成装置72が、抽出された画像データを記録媒体又は記憶装置に格納する（S72）。

【0107】初期輪郭が抽出対象へ収束する過程において、画像の濃淡値（又は色成分値）に関するエネルギー項とテクスチャ特徴量に関する項との相対的な重みは、図2に関連して説明したようにサンプリング点の近傍での濃淡値の分散などに基づいてテクスチャ特徴の優位性の高さを評価した結果に基づいて決定するのが望ましい。具体的には、数7の γ で与えられるような重みづけを行う。

【0108】

【発明の効果】以上の説明から容易に理解できるように、本発明によれば、抽出対象又は非抽出対象に関する極めて大まかな指示（点により示す指定、近似輪郭線又は矩形枠等による指定など）を与えた後、色成分（又は濃淡値）特徴量とテクスチャ特徴量とを用い、又は少なくともテクスチャ特徴量を用いて、画像パターンの局所的な特性（例えば、テクスチャ特徴成分が優位かどうか、又はテクスチャ境界の存在可能性など）に応じた適切な評価関数を与え、その評価関数値に基づいて抽出領域の境界線を推定するので、極めて広範な種類の画像について簡単な操作で所望の領域の抽出（画像切り出し又は輪郭線抽出）が可能となる。また、抽出対象の指示に要する手間が少なくなり、一括抽出などの自動化も可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例の基本構成ブロック図であ

る。

【図2】 画像処理装置16の第1例の概略構成ブロック図である。

【図3】 本実施例の処理系の経過を示す図である。

【図4】 図2に示す画像処理装置16の動作フローチャートである。

【図5】 特徴量距離算出装置26による特徴距離算出と領域成長装置28による領域成長の動作フローチャートである。

【図6】 自動抽出用に図4を変更したフローチャートである。

【図7】 画像処理装置16の第2例の概略構成ブロック図である。

【図8】 図7に示す画像処理装置16の動作フローチャートである。

【図9】 数8における $V_x(\theta)$ 、 $V_y(\theta)$ の数値例を示す表である。

【図10】 画像処理装置16の第3例の概略構成ブロック図である。

【図11】 図10に示す画像処理装置16の動作フローチャートである。

【符号の説明】

【実施例】 10：画像入力装置

12：画像記憶装置

14：画像表示装置

16：画像処理装置

18：指示選択装置

20：核設定装置

22：テクスチャ特徴量抽出装置

24：色成分特徴量抽出装置

26：特徴量距離算出装置

28：領域成長装置

30：境界線更新装置

32：マスクデータ生成装置

34：抽出画像生成装置

40：初期輪郭設定装置

42：テクスチャ特徴量抽出装置

44：共起確率場算出装置

46：テクスチャ境界方向算出装置

48：サンプリング点移動装置

50：移動停止判定装置

52：境界位置精密推定装置

54：境界線更新装置

56：マスクデータ生成装置

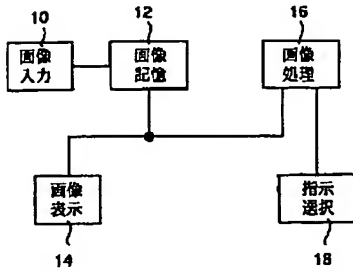
27

28

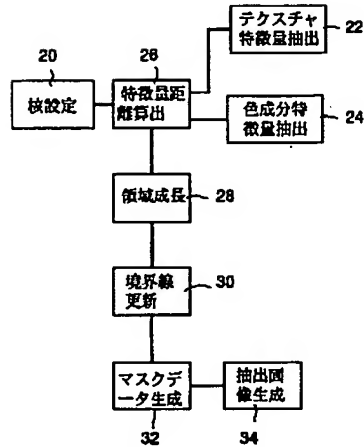
58 : 抽出画像生成装置
 60 : 初期輪郭設定装置
 62 : テクスチャ特徴量抽出装置
 64 : エッジ強度分布算出装置

66 : エネルギー関数算出装置
 68 : 輪郭線変形装置
 70 : マスクデータ生成装置
 72 : 抽出画像生成装置

【図1】



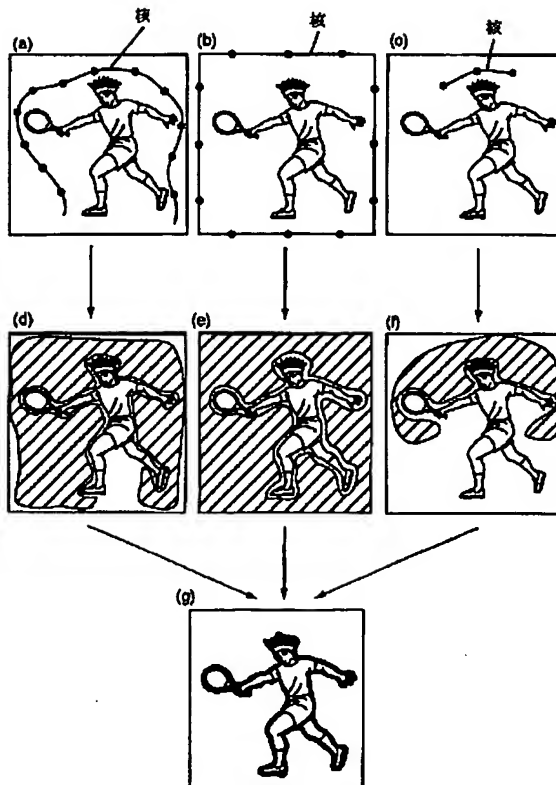
【図2】



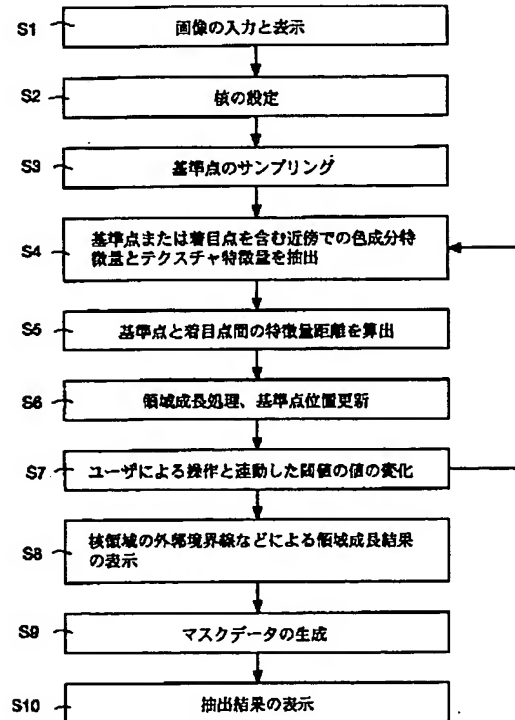
【図9】

θ	$V_x(\theta)$	$V_y(\theta)$
0	1	0
45	1	1
90	0	1
135	-1	1
180	-1	0
225	-1	-1
270	0	-1
315	1	-1

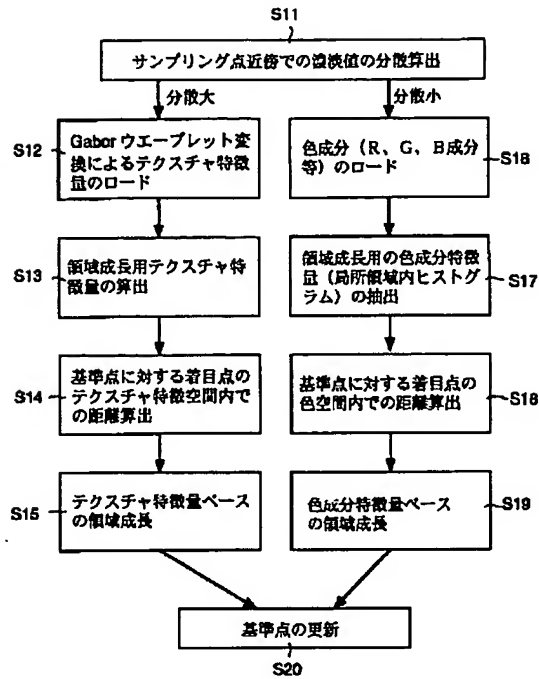
【図3】



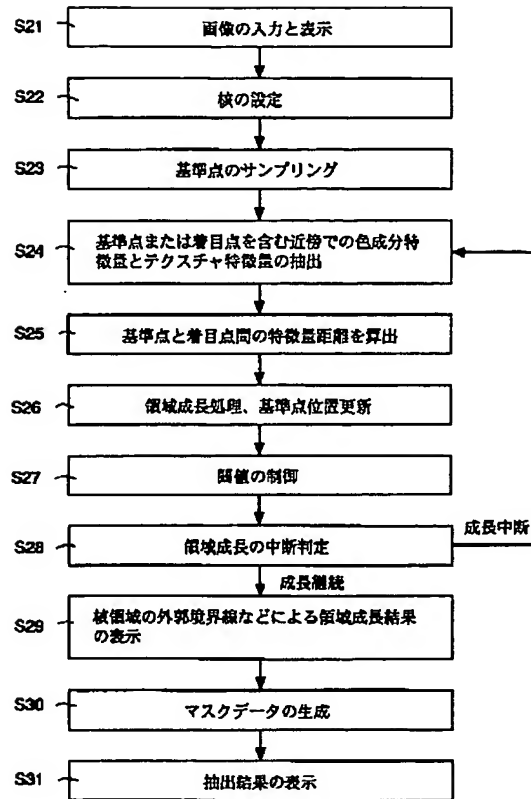
【図4】



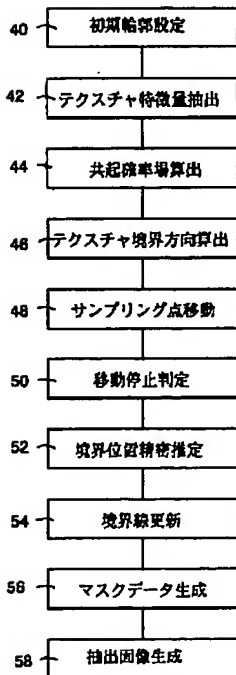
【図 5】



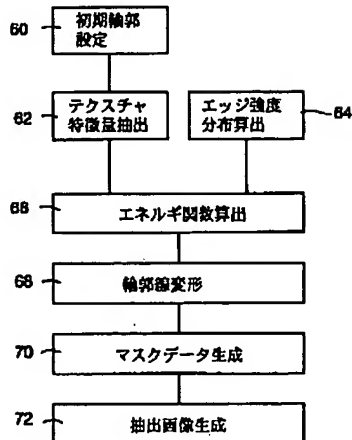
【図 6】



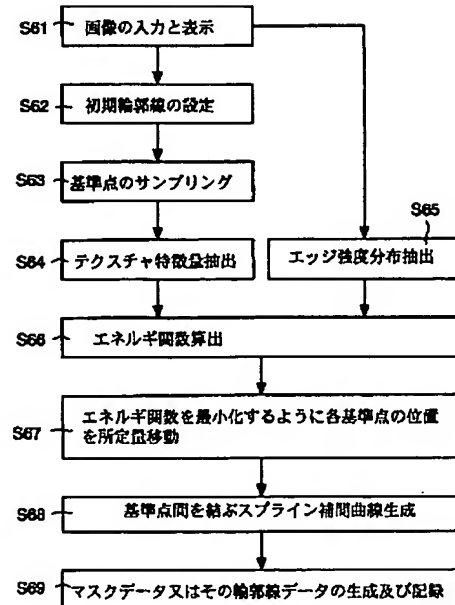
【図 7】



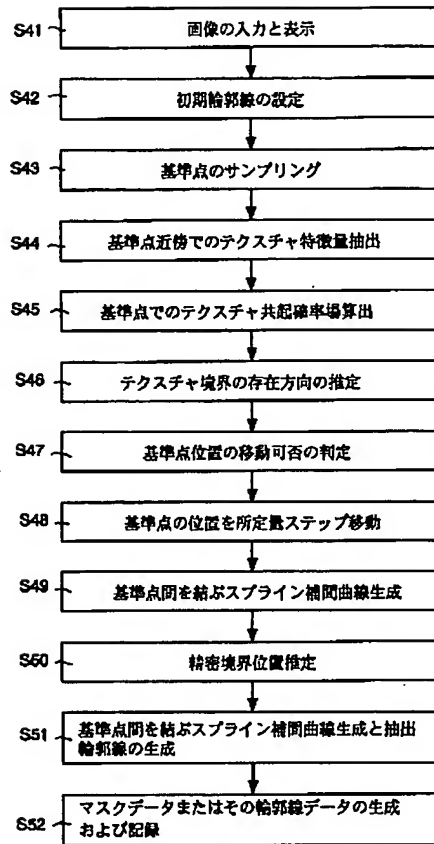
【図 10】



【図 11】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 高橋 史明
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノ
 ン株式会社内

Fターム(参考) 5C076 AA02 AA33 BA03 BB04 BB25
 CA11
 5L096 AA02 AA06 BA07 CA07 CA24
 DA01 EA37 EA39 FA06 FA14
 FA15 FA39 FA45 FA53 FA66
 GA08 GA22 GA23 GA51